

PENELITIAN BAHAN NANO (NANOMATERIAL) DI BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

Pramudita Anggraita
Deputi Bidang PDT - BATAN
Jl. Mampang Prapatan, Jakarta

PENDAHULUAN

Menurut US Government's National Nanotechnology Initiative (NNI), teknologi nano didefinisikan sebagai: Pengembangan penelitian dan teknologi pada tingkat atom, molekul dan molekul makro pada ukuran 1 – 100 nanometer (10^{-9} m), untuk memperoleh pemahaman dasar terhadap gejala dan bahan-bahan pada ukuran nano dan untuk menciptakan dan menggunakan struktur, peralatan, dan sistem yang mempunyai sifat dan fungsi yang baru karena ukurannya yang kecil dan/atau medium

Karena sejumlah prinsip ilmiah yang menjadi dominan pada ukuran nano, bahan nano dapat mempunyai sifat-sifat yang sangat berbeda dengan sifat-sifatnya dalam bentuk curah (*bulk*): lebih kuat, lebih ringan, lebih menghantarkan listrik, lebih bersifat magnetik, sifat optis yang dapat ditala (*tunable*), lebih berpori, isolasi termal lebih baik, kurang korosif atau lebih tahan terhadap korosi.

Bahan nano mempunyai potensi untuk mendeteksi perubahan elektrik molekul biologis dan mendeteksi (diagnosis) atau mengobati (terapi) suatu penyakit.

Bahan nano dapat diperoleh dengan : metode atas-bawah (*top-down*) : bahan mikro (10^{-6} m) diubah ke ukuran nano. Metode bawah-atas (*bottom-up*): atom-atom/molekul-molekul kecil ukuran piko (10^{-12} m) dikonstruksi atau terkonstruksi-diri (*self-assembled*) ke tingkat nano.

Kehidupan → kumpulan bahan molekuler yang dapat mengkonstruksi-diri (*self-assemble*), mengatur-diri (*self regulate*), dan merusak-diri (*self-destroy*), maka kemampuan untuk mendeteksi dan mengendalikan bahan-bahan biologis dan non-biologis pada tingkat ini merupakan apa yang ingin diperoleh dengan teknologi nano.

Nanoteknologi merupakan salah satu bidang yang berkembang sangat cepat dan berpengaruh pada perkembangan kesehatan, produksi pangan, aplikasi energi, dan teknologi yang lain. Pemanfaatan teknik nuklir untuk memperoleh bahan dalam ukuran skala nanometer ini sangat dimungkinkan dan menjadi salah satu bidang yang dikembangkan. Penggunaan teknologi radiasi, seperti sinar-x, berkas elektron maupun ion, dan neutron merupakan beberapa cara untuk mendapatkan material dalam skala nanometer untuk *photoelectric* dan

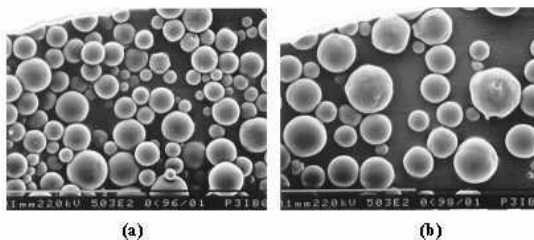
solar cell, dan *silicon doping* dengan aktivasi neutron, seperti untuk *drug delivery*, sintesa partikel nano.

Pemanfaatan bahan nano partikel di dunia medis misalnya untuk radiofarmaka untuk diagnostik (untuk bahan kontras dalam identifikasi tumor dengan metode MRI) juga untuk terapi (penghancuran sel-sel kanker memanfaatkan radioisotop, dengan sistem *hypertermia*, ataupun dengan menggunakan obat-obatan anti kanker yang dikombinasikan dengan bahan partikel magnet sebagai media transportasi).

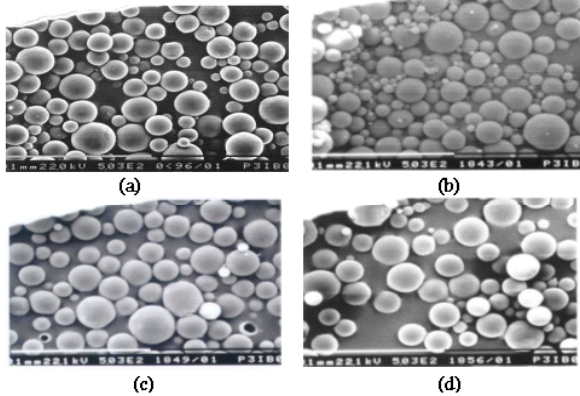
Penelitian bahan nano di Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) menggunakan fasilitas yang ada di Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) dan Pusat Reaktor Serba Guna (PRSG) di Puspipetek, Serpong; Pusat Teknologi Akselerator dan Proses Bahan (PTAPB) di Yogyakarta, Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri (PTNBR) di Bandung, dan Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PATIR) di Pasar Jum'at.

PENELITIAN BAHAN MAGNET PARTIKEL NANO DI PTBIN

- Sejak 1993 hingga sekarang dilakukan penelitian dan pengembangan Bahan Magnet Permanen berbasis RE-TM dan ferit, Bahan Magnet Lunak berbasis Fe, dan Bahan Sensor Magnetik.
- Mulai tahun 2006-2010 dilakukan penelitian dan pengembangan bahan magnet partikel nano yang mengarah pada pemakaian untuk MRI dan radioterapi.
- Pembuatan *microsphere* berbasis PLA (*polylactic acid*) (kerjasama PTBIN dengan Pusat Radioisotop dan Radiofarmaka/PRR-BATAN) sebagai *transporter* ^{165}Ho (holmium).



Gambar 1. Foto SEM dari *microsphere* berbasis PLA (PLA-MS). (a). tanpa ^{165}Ho (b) dengan ^{165}Ho . Perbesaran 500 kali. (Sudaryanto dkk.)



Gambar 2. Foto SEM dari microsphere berbasis PLA (PLA-MS) sebelum iradiasi (b) sesudah iradiasi 1 menit (c) sesudah iradiasi 2 menit (d) sesudah iradiasi 5 menit. Perbesaran 500 kali. (Sudaryanto dkk.)

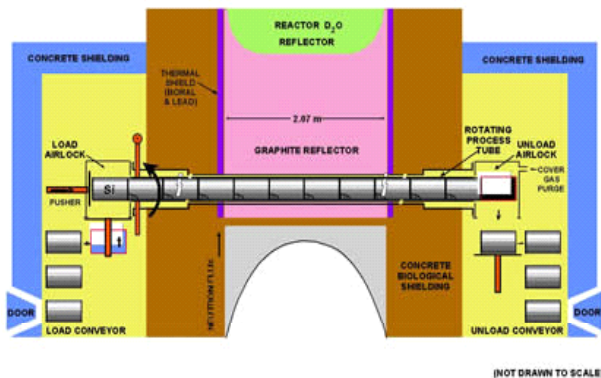
FASILITAS DI PTBIN

preparasi cuplikan: lab. kimia basah, *furnace*, *milling*, *pressing*, *magnetizing* fasilitas karakterisasi: difraktometer sinar X, *DSC* dan *DTA/TGA*, *VSM*, *SEM/TEM* dan mikroskop optik, uji sifat mekanik, alat ukur magnetoresistan, *difraktometer/spektrometer neutron*.

TRANSMUTASI NEUTRON UNTUK SILICON DOPING DI PRSG

Proses doping dengan transmudasi neutron terjadi jika silikon kemurnian tinggi diiradiasi dalam fluks neutron termal. Neutron termal bereaksi dengan atom ^{30}Si , yang memiliki kelimpahan 3% dalam Si murni. Reaksi menghasilkan ^{31}Si , yang memiliki rasio neutron/proton yang tinggi sehingga mengubah sebuah neutron menjadi proton dengan memancarkan sinar beta dan berubah menjadi atom ^{31}P , yang merupakan bahan doping dalam silikon. Silikon yang telah terdoping digunakan untuk berbagai komponen elektronik seperti transistor, diode, dan *chip IC*.

Skema doping silikon dengan transmudasi neutron di reaktor MIT (http://web.mit.edu/nrl/www/research/ntd_silicon.htm)



Gambar 3. Skema doping silikon.

PENELITIAN BAHAN NANO DI PTABP YOGYAKARTA

- implantor ion 100 keV untuk implantasi ion N dan P untuk mengubah sifat permukaan bahan sehingga lebih keras dan tahan korosi hingga kedalaman 50 – 200 nm.
- akselerator elektron 300 keV/10 mA untuk penelitian pembuatan hidrogel/nanogel dari *crosslinking* polimer hidrofil dan polimer lateks untuk vulkanisasi bebas bahan alergen (bersama PATIR, Pasar Jum'at)

PENELITIAN BAHAN NANO DI PTABP YOGYAKARTA



Gambar 4. Implantor 1000 KeV



Gambar 5. Mesin berkas elektron 350 KeV/10 mA

PENELITIAN BAHAN NANO DI PTNBR BANDUNG

Penelitian yang dilakukan dalam rangka sasaran utama kesehatan 2005-2010 adalah pembuatan bahan Human Serum Albumine *HSA-nanosphere* dengan ukuran 30-200 nm, yang kemudian ditandai dengan

radioisotop ^{99m}Tc menjadi radiofarmaka $^{99m}\text{TcHSA}$ untuk terapi kanker hati dan diagnosis menyumbatan arteri.

PENELITIAN BAHAN NANO DI PATIR, PASAR JUMAT

Bahan nano yang diteliti di PATIR Pasar Jumat dilakukan bersama PTBIN dengan menggunakan fasilitas iradiator gamma yang ada di PATIR menghasilkan bahan polimer biodegradable.

Selain itu dengan mesin berkas elektron di PTAPB Yogyakarta juga dilakukan penelitian pembuatan hidrogel/nanogel dari crosslinking polimer hidrofil untuk pembalut luka dan polimer lateks untuk vulkanisasi bebas bahan alergen.

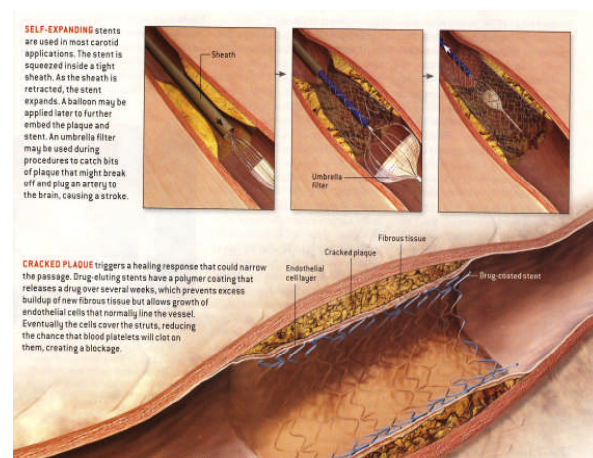


Gambar 6. Hidrogel steril pembalut luka.

KESIMPULAN

Berbagai fasilitas di BATAN telah dan dapat digunakan untuk penelitian berbagai bahan nano, terutama fasilitas khusus yang hanya terdapat di BATAN seperti fasilitas hamburan neutron untuk karakterisasi bahan, reaktor nuklir sebagai sumber neutron, iradiator gama, dan akselerator.

Dengan kerjasama yang saling menguntungkan, pemanfaatan fasilitas ini oleh mitra dalam dan luar negeri akan sangat bermanfaat dalam memajukan penelitian dan pengembangan bahan nano dan teknologi nano pada umumnya.



Gambar 7. Aplikasi radioisotop dalam kesehatan.

INVASIVE SPECIES

Musseling In

A new weapon against the invasive zebra mussel, still wreaking havoc in the Great Lakes, could soon be deployed: microcapsules of a chlorinated salt. Chlorination is the widespread method for attacking zebra mussels. The problem is that the mollusks can detect chlorine and seal their valves for up to three weeks, necessitating prolonged dosing, which poisons the water. Instead University of Cambridge researchers took potassium chloride, a salt especially toxic to zebra mussels but at low doses harmless to most organisms, and wrapped it in 105-micron-wide capsules made of vegetable oil



ZEBRA MUSSELS could face a weapon of encapsulated chlorine.

and other ingredients. These match the size of particles that zebra mussels filter from the water. Aquarium findings reported in the February 1 *Environmental Science & Technology* show that the capsules killed 60 percent of zebra mussels with one dose while leaving native mussels apparently unscathed.
—Charles Q. Choi